

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 04-120783
(43)Date of publication of application : 21.04.1992

(51)Int.Cl.

H01S 3/18

(21)Application number : 02-240095
(22)Date of filing : 12.09.1990

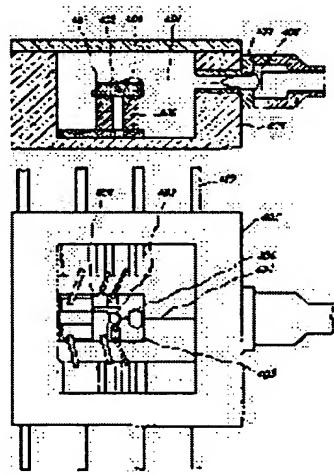
(71)Applicant : NIPPON TELEGR & TELEPH CORP <NTT>
(72)Inventor : SUZUKI MASAMITSU
NAKANISHI TAKUJI
MARUNO TORU

(54) SEMICONDUCTOR LASER LIGHT SOURCE WITH OPTICAL FIBER AND MANUFACTURE THEREOF

(57)Abstract:

PURPOSE: To reduce to a microscopic size and to enhance optical coupling efficiency by suitably matching the thickness of a semiconductor laser to the diameter of an optical fiber, and securing the fiber to a position optimum for optical coupling with a semiconductor laser to the same flat surface as that of a heat sink in which the laser is secured with ultraviolet ray curable type adhesive.

CONSTITUTION: A semiconductor laser 402 is adhesively secured to the upper surface of a heat sink 403, for example, by using goldtin alloy solder, etc., and wire bonded as required so as to operate the laser. In order to secure an optical fiber, the laser 402 is operated, the fiber 401 is placed at an approximate position, the position of the fiber is finely regulated while measuring the intensity of the light to be coupled to the fiber so that the intensity of the light coupled to the fiber becomes maximum, and the fiber is secured with ultraviolet ray curable type adhesive while holding the position. The adhesive is not cured until it is irradiated with an ultraviolet ray. The fiber is moved to an optimum position while in contact with the adhesive before curing, and the adhesive is cured by irradiating it with the ultraviolet ray immediately after moving to secure the fiber.



LEGAL STATUS

- [Date of request for examination]
- [Date of sending the examiner's decision of rejection]
- [Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]
- [Date of final disposal for application]
- [Patent number]
- [Date of registration]
- [Number of appeal against examiner's decision of rejection]
- [Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]
- [Date of extinction of right]

⑫公開特許公報(A)

平4-120783

⑬Int.Cl. 5

H 01 S 3/18

識別記号

庁内整理番号

9170-4M

⑭公開 平成4年(1992)4月21日

審査請求 未請求 請求項の数 4 (全9頁)

⑮発明の名称 光ファイバ付き半導体レーザ光源装置およびその製造方法

⑯特 願 平2-240095

⑰出 願 平2(1990)9月12日

⑱発明者 鈴木 正光 東京都千代田区内幸町1丁目1番6号 日本電信電話株式会社内

⑲発明者 中西 卓二 東京都千代田区内幸町1丁目1番6号 日本電信電話株式会社内

⑳発明者 丸野 透 東京都千代田区内幸町1丁目1番6号 日本電信電話株式会社内

㉑出願人 日本電信電話株式会社 東京都千代田区内幸町1丁目1番6号

㉒代理人 弁理士 杉村 晓秀 外1名

明細書

1. 発明の名称 光ファイバ付き半導体レーザ光源装置およびその製造方法

2. 特許請求の範囲

1. 半導体レーザからの出力光を光ファイバの一端に結合し、該光ファイバの他端から光を出力する光源装置において、半導体レーザの基板の厚みを光ファイバの半径より僅かに大きくし、該基板材料と熱膨張係数がほぼ一致する材料からなるヒートシンク上に該半導体レーザが固定され、同一ヒートシンク上において光ファイバの一端が半導体レーザの光出射端面に直接対向して光結合にとって最適な位置関係に置かれ、その位置関係を保持すべく該光ファイバが該ヒートシンクに紫外線硬化接着剤で固定されていることを特徴とする光ファイバ付き半導体レーザ光源装置。

2. 前記光ファイバは、該光ファイバが半導体レーザに対向する一端をレンズ機能を持つよう加工した单一モード光ファイバであり、

かつ前記紫外線硬化接着剤の主成分がエポキシ樹脂またはシリコン樹脂であることを特徴とする特許請求の範囲第1項記載の光ファイバ付き半導体レーザ光源装置。

3. 半導体レーザからの出力光を光ファイバの一端に結合し、該光ファイバの他端から光を出力する光源装置の製造方法において、半導体レーザの基板の厚みを光ファイバの半径より僅かに大きくし、該基板材料と熱膨張係数がほぼ一致する材料からなるヒートシンク上に該半導体レーザを固定する工程と、同一ヒートシンク上において光ファイバの一端が半導体レーザの光出射端面に直接対向して光結合にとって最適な位置関係に置く工程と、その位置関係を保持すべく該光ファイバを該ヒートシンクに紫外線硬化接着剤で固定する工程とを含むことを特徴とする光ファイバ付き半導体レーザ光源装置の製造方法。

4. 前記光ファイバが半導体レーザに対向する一端をレンズ機能を持つよう加工した单一

モード光ファイバであり、かつ前記紫外線硬化接着剤の主成分がエポキシ樹脂またはシリコン樹脂であることを特徴とする特許請求の範囲第3項記載の光ファイバ付き半導体レーザ光源装置の製造方法。

3. 発明の詳細な説明。

(産業上の利用分野)

本発明は、光ファイバ通信などの光源として用いられる半導体レーザと光ファイバを一体化した光ファイバ付き半導体レーザ光源装置およびその製造方法に関する。

(従来の技術)

半導体レーザから出射する光は、一般に進行方向に広がるので、光ファイバに結合するためにはレンズを用いて集光する必要がある。半導体レーザから空間に出射する光およびフラットな端面の光ファイバに結合する光は、それぞれの端面にビームウェストがくるガウスビームとして表現できる。ガウスビームはビームウェストの径で一意的に表現でき、レンズはガウスビームのスポット径

変換として考えることができる。スポット径の変換はレンズの倍率と一致し、例えば光通信に使用される波長1.3 μm の光を発光する半導体レーザから出射されるガウスビームのスポット径は約2 μm 、単一モード光ファイバのスポット径は約10 μm で、レンズ径の倍率はほぼ5倍に設定すれば、半導体レーザからの光を单一モードの光ファイバに効率良く結合できる。

実際に、ロッドレンズ、球レンズ等を用いて光通信用の半導体レーザと单一モード光ファイバとを光結合した装置が実用されている。第2図はその一例を示す。パッケージ102は半導体レーザ101を搭載し、先球GRINロッドレンズ103はレンズホルダ105に保持され、单一モード光ファイバ104はフェルール106に固定され一体となっている。レンズホルダ105とフェルール106とは接合部材107を介して互いに固定されている。このモジュールの組立は、まず半導体レーザ・パッケージ102とレンズホルダ105をレーザ溶接等で固定する。108はそのレーザ溶接部を示す。次に

フェルール106と接合部材107をほぼ第2図に示される位置に置き、半導体レーザを動作し光ファイバ104に導入された光パワーをモニタする。モニタされる光パワーが最大になるようにフェルール106の位置調整を行った後、接合部109、110をレーザ溶接等で固定し完成する。

この種のモジュールで一般的に使用されるロッドレンズの径は約2 μm であり、かつレンズの両側には像倍率条件を満たすためのスペースが必要であるから、個別レンズを用いた光ファイバ付き半導体レーザ光源装置(モジュール)の小型化には限界がある。また半導体レーザの温度制御を行う場合、第2図に示す装置全体を温度制御する必要があり、熱容量が大きく制御性に劣る。半導体レーザと光ファイバとが個別レンズを介さず、直接、光結合できれば部品点数が少なくなり、より小型化が可能となり、コストの低減、信頼性の向上、温度制御性の向上等が期待でき、これから光通信の発展に大きく貢献すると考えられる。

单一モード光ファイバの平坦な端面を半導体レ

ーザの光出射端面に対向して置いても、それぞれに結合する自由空間ビームの形状が異なるので、单一モード光ファイバに結合する光は極めて僅かである。そこで、光ファイバの端面を球形等に加工してレンズ機能を持たせ、半導体レーザからの光を効率良く光ファイバに結合する方法が、従来より採用されている。例えば光ファイバの先端を径10 μm 程度の球状に加工すると、該光ファイバから出射する光は、先端から約10 μm 離れた位置にスポット径約2 μm のビームウェストをもつガウスビームとなる。従って、半導体レーザの端面を該ビームウェストの位置に置けば、半導体レーザから出射する光ビームは、非常に効率良く光ファイバに結合する。この方法により個別のレンズを使わずに、小型で高光結合効率の光ファイバ付き半導体レーザ光源装置が実現されるが、非常に高い光ファイバの固定位置精度が要求される点が、この光結合方法の実用上の大きな問題点である。実際、第3図(A)、(B)、(C)はそれぞれ先球ファイバと半導体レーザとの光結合特性を示し、(A)

は先球径と光結合効率の関係を、(B) は相対結合効率の半導体レーザ・光ファイバ間距離に対する依存性を、(C) は光軸に対して垂直方向への光ファイバのずれ量と結合効率減少量との関係を示すグラフで、文献、" 橋本、長井、馬場「DIP形シングルモードレーザモジュール」沖電気研究開発、Vol.54、No.2、PP.97-102 昭和62年" によるものである。これによれば先球半径が $10\mu\text{m}$ のとき、光結合効率は -3.5 dB であるが、半導体レーザと光ファイバの距離が $\pm 3\mu\text{m}$ 、または光ファイバが光軸に垂直に $\pm 0.5\mu\text{m}$ ずれると、光結合効率は 1 dB 劣化する。先球半径を $20\mu\text{m}$ にすると結合効率は約 -6 dB に減少するが位置ずれ許容量は大きくなる。

先球ファイバを用いた光ファイバ付き半導体レーザ光源装置の従来例を第4図に示す。301は半導体レーザであり、302は半導体レーザに対向する先端が球状に加工された單一モード先球ファイバであり、半導体レーザとの光結合に最適な位置にて半田304により固定されている。305は半導

体レーザの熱膨張係数とほぼ等しい熱膨張係数を持つ材料よりなる、いわゆるヒートシンクで、金属部材306上に固定されている。先球ファイバも同じ金属部材306に固定されており、熱膨張による位置ずれは最小限に抑えられている。一般に金属部材306は電流通電により熱交換ができるベルチエ素子309上に搭載されており、パッケージ307の温度が上昇しても、半導体レーザ301の温度を、例えば 25°C 一定に保持することが可能とされている。308は温度制御のためのサーミスターである。また、半導体レーザの前方、後方の両端面より光が出力されることから、半導体レーザの後方にホトダイオード303が置かれ、半導体レーザ301の動作状態を後方出力光でモニタできるようになっている。この装置の組立は、パッケージ307中に置かれたベルチエ素子308上の金属部材306にあらかじめ半導体レーザ301、サーミスター308、ホトダイオード303などを固定しておき、先球ファイバ302をほぼ第4図に示すような位置に置き、半導体レーザを動作し、光ファイバ302

に導入される光量をモニタする。ファイバ302の位置を微調し、この光量が最大になるようにし、半田304にて該ファイバが動かないように固定する。しかし、半田は高温で溶融した後、冷えて固化するため収縮し、それに伴い光ファイバは最適な位置よりずれて、光結合効率が低下する。このずれ量は一般に $1\mu\text{m}$ 以上あるのに対し、球半径 $10\mu\text{m}$ 以下の先球ファイバでは高い光結合率が得られるものの、光ファイバ位置ずれ許容量が $0.5\mu\text{m}$ 以下と小さいので、生産可能な歩留まりが得られず、実用されていない。位置ずれ許容量が $1\mu\text{m}$ 以上必要なために実用化されているファイバの先球径は $20\mu\text{m}$ 以上で、結合効率は -6 dB 以下と低い。

さらに、半田固定の場合に半田蒸気の発生等があり、半導体レーザの極近傍で固定することができないので、金属部材306は 6 mm 以上の大きさが必要で、これ以上の小型化は困難であった。

(発明が解決しようとする課題)

前述のように、従来の個別レンズを用いた半導

体レーザと光ファイバとの結合では、高い光結合効率が得られるが、個別レンズ等の大きさのため小型化が困難であった。また、従来の先球ファイバと半導体レーザとの光結合装置も、光ファイバの固定に半田等の方法が使われており、熱収縮による位置ずれが大きく、先球径を $10\mu\text{m}$ 以下にして、より高い光結合効率を得ることが困難であるとともに、半田溶融等の工程が半導体レーザに及ぼす悪影響を避ける等の理由から、やはりさらに小型化することは困難である。

将来の光ファイバ通信の普及を考慮すると、半導体レーザ光源装置の小型化と低価格化は克服されなければならない課題であり、本発明はこの課題を解決し、小型、高光結合効率で再現性よく生産のできる光ファイバ付き半導体レーザ光源装置およびその製造方法を提供することを目的とする。
(課題を解決するための手段)

上記目的を達成するために本発明では、半導体レーザの厚さを光ファイバの半径よりも僅かに大きくし、半導体レーザを固定したヒートシンクの

同一平面上の半導体レーザの極近傍において紫外線硬化接着剤を用いて光ファイバを固定する。

従来の技術とは光ファイバの固定する方法、および固定する位置が大きく異なる。

本発明では、該光ファイバとヒートシンクとの隙間にに入る該接着剤の厚さを極めて薄くすることができます、該接着剤の光硬化時の収縮の影響および温度変動に伴う膨張・収縮の影響が避けられるので、光ファイバの固定位置の精度が従来に比較し数段に高まる。また従来の技術では実用が困難であった高光結合が得られ、位置ずれ許容量の小さいレンズ形状に加工された光ファイバでも高歩留まりの生産が可能となり、かつ該ヒートシンクは極めて小型となるので、光源装置全体としても体積で従来の技術の十分の一以下が実現できる。さらに、半導体レーザと光ファイバとの光結合効率が従来に比べ高くなることから、光ファイバから同一の光出力を得るに必要な半導体レーザの光出力は少なくて済み、従って半導体レーザの発熱量は減少し、温度制御のためのベルチエ素子も小

型化が可能となる。

(実施例)

以下に、本発明の実施例について図面を参照して説明する。

第1図(A)は本発明の一実施例の断面図で、第1図(B)はその平面図である。第1図において401は先球半径が 10μ の単一モード先球ファイバで、半導体レーザとの光結合において-3.5dBの効率が期待されるが光ファイバの位置ずれ許容量は 0.5μ 以下と厳しいものである。402は半導体レーザでそのへき開端面からレーザ光が放出され、光ファイバ401の先端部のレンズ効果により、光ファイバ内を伝搬する光波モードに変換される。403は窒化アルミニウムのセラミックで作製された2面角のヒートシンクであって、半導体レーザをそのほぼ中央部に搭載している。半導体レーザは金錫合金等の半田材で該ヒートシンクに固定される。ヒートシンク403は第1図(B)の平面図に示すようなメタライズバタンを有し、半導体レーザは該バタンに電気的な接触がとられてお

り、該ヒートシンクに固定された後は、半導体レーザにプローブ針をあてなくとも通電して、特性測定が可能となっている。半導体レーザ402の光出射端面の前方には、1mm程度該ヒートシンクの平面が統いており、光ファイバ401は、この領域で紫外線硬化型接着剤404により、ヒートシンク403に固定されている。

第1図(C)はヒートシンク403上の半導体レーザ402と光ファイバ401と接着剤404の断面を拡大して描いた概念図である。標準的な単一モード光ファイバの外径は $125\pm 1\mu$ である。半導体レーザの厚さはへき開を容易にするため、 $80\pm 5\mu$ に研磨されているのが一般的である。従って、半導体レーザ402と単一モード先球光ファイバ401とを窒化アルミニウム・セラミック・ヒートシンクの同一平面上に固定した場合、光ファイバ401と該ヒートシンク403との間にできる隙間は、 $17.5\pm 6\mu$ と極めて小さくて済む。このような高い精度で光ファイバを固定できるのは、間に他の部材を介さず直接ヒートシンク403に固定する

ためであるが、それはファイバの固定に紫外線硬化型接着剤を用い、室温にて固定できるからで、例えば半田またはレーザ溶接などを用いた光ファイバ固定方法では、光ファイバに比較し10倍以上の径の金属管で光ファイバを覆う必要があったり、高温プロセスの影響のため、この実施例のように半導体レーザの極近傍で光ファイバを固定することが困難であったりするので、このような高精度の部材寸法合わせは不可能である。

次に、第1図の光ファイバ付き半導体光源装置の製造方法について説明する。半導体レーザ402は、例えば金錫合金半田等を用いてヒートシンク403の上面に接着固定し、所要のワイヤボンディング等を行い、該半導体レーザを動作できるようとする。光ファイバの固定に当たっては、半導体レーザ402を動作し、光ファイバ401を概略第1図に示すような位置に置き、光ファイバに結合する光強度を測定しながら、光ファイバの位置を微調整して、光ファイバに結合する光強度が最大となるようにし、その位置を保持したまま紫外線硬

化型接着剤で固定する。紫外線硬化型接着剤は紫外線を照射するまでは硬化しないので、光ファイバの位置調整を行う前にヒートシンク403の第1図に示すような位置にあらかじめ塗布しておき、光ファイバは硬化する前の紫外線硬化型接着剤に接触しながら最適位置に移動され、移動後、直ちに紫外線照射で接着剤を硬化し固定することができる。紫外線照射は半導体レーザを破損することができなく、半導体レーザを作動したまま紫外線を照射することが可能で、光ファイバの位置調整後、紫外線照射までの間に振動等による光ファイバの位置ずれが起こらぬうちに紫外線を照射する。

さらに、紫外線硬化型接着剤が紫外線照射により硬化するとき収縮して、光ファイバの位置ずれを引き起こすことが予想されるが、この時のファイバのずれ方向はヒートシンク403に接近する方向であり、これに対してもあらかじめ予想される位置ずれ量分を逆方向にずらしておけば、硬化後には丁度最適な位置に光ファイバを固定することができる。紫外線硬化型接着剤の収縮による光フ

ァイバの位置ずれ方向が一方的になる理由は、接着剤が液状状態の時に左右の応力のバランスが十分にとられ、かつ均一に紫外線が照射されて応力がバランスしたまま硬化するので、唯一応力のバランスがかける上下方向にのみずれるのである。半田固定の場合、溶融した半田を均一に硬化することは至難の技で、光ファイバは左右方向にもずれ、あらかじめずれる方向を予測することは不可能である。

さて、第1図において405はセラミックパッケージであり、半導体レーザ402と光ファイバ401を固定したヒートシンク403は、温度制御のため該パッケージ内部に取り付けられたベルチエ素子406上に搭載されている。ヒートシンク403に紫外線硬化型接着剤404により固定された光ファイバ401は、セラミックパッケージ405の壁面に設けられた金属筒407を貫通して、パッケージ外部につながっている。紫外線硬化型接着剤404の該光ファイバに対する接着力には限界があり、光ファイバに対して外部から加えられる大きな力には

対抗しきれない。この実施例では金属筒の出口において光ファイバ401は半田408にて補強固定されており、外部からの力にはこの半田固定部が抗する構造とされている。また、パッケージ信頼性の観点から気密封入されることが望まれるが、光ファイバ401の外部への取り出し穴の気密封入も半田408が兼ねている。

この実施例におけるヒートシンク403は2面角で半導体レーザ402以外にヒートシンク上の温度測定のためのサーミスタ409が半田固定されている。該ヒートシンク403を温度制御するベルチエ素子406の上面側は2.2面角のアルミナセラミックでヒートシンク403はInSn等の低融点半田により、該アルミナセラミックに固定されている。このベルチエ素子406は2対のp-型とn-型のBiTe半導体より構成され、このような小型のベルチエ素子は従来使われていない。これは温度制御対象のヒートシンク403が2面角と超小型化されたために可能となった。ベルチエ素子、半導体レーザ、サーミスタ等への外部からの電気的接続は、

通常のセラミックパッケージと同様のリード401を周知の方法で設けることによりなされる。

次にこの実施例において紫外線硬化型接着剤404に要求される重要な特性について記述する。紫外線照射による接着剤の硬化時間は短ければ短いほどよいが、通常得られる紫外線光源で数分以内であれば実用になる。紫外線硬化時の接着剤404の収縮量も小さければ小さいほど、光ファイバ401の固定位置制御性が高まるわけだが、前述のように、接着剤の収縮による光ファイバの移動方向が一方向に定まっているので、あらかじめ補正する量さえ推定できれば、光ファイバ401を最適位置に固定することができる。光ファイバ401の中心はヒートシンク403の表面から約80μmの高さに固定され、その公差は±10μm程度以下である。先球径10μmの先球ファイバの位置ずれ許容量は±0.5μmで公差の5%に相当する。接着剤の収縮による光ファイバの移動量はヒートシンクからの該光ファイバの中心の高さに比例すると考えられ、その5%の4μmが再現性の確保でき

る補正量の限界と推定される。これを超える補正は各種公差の影響を反映するようになり、再現性が得られなくなると考えられ、該紫外線硬化型接着剤の硬化収縮はこの範囲になければならない。

この実施例において紫外線硬化型接着剤の最も重要な特性は紫外線硬化後に加熱等で、さらに硬化収縮を生じないことである。すなわち紫外線照射により完全に硬化反応を終了し、その後は安定であることが望まれる。この実施例の場合、先球ファイバ401を固定した後、パッケージの気密封入のため半田が使われ、150℃程度の加熱が必要になる。この時光ファイバ位置ずれを生じないことが望まれる。当然、150℃程度の耐熱性が必要であり、このような樹脂としてはエポキシ樹脂、シリコーン樹脂があげられる。

紫外線硬化型接着剤404による光ファイバ401の保持強度であるが、強ければ強い方が良いのは当然のことながら、この実施例の場合、最終的には外部から光ファイバ401に加えられる力は、半田408により対抗するので、それほどの保持力は

必要ないが、目安としてはパッケージの重量の10倍程度の荷重に耐える保持力があればよいと考えられる。例えば市販のエポキシ系の熱硬化型接着剤で、この実施例のような光ファイバの固定を行った場合の接着力は500g程度以上が得られ、紫外線硬化接着剤でも同程度のファイバ保持強度が得られると期待され、保持力として十分である。また、当然のことながら、半田408にて光ファイバ401を固定するときには、光ファイバの曲げ応力等が残り、接着剤404に力が加わったままにしないことが、後々信頼性を確保する上で重要であり、そのようにすることは周知の手法で可能である。

本発明は以上の代表的な実施例の他にも種々の変形が考えられる。例えば前述の実施例では半導体レーザの温度制御のためベルチエ素子406を搭載したが、ベルチエ素子を搭載しなくとも本発明の思想を逸脱するものではない。また、ヒートシンク403は窒化アルミニウムセラミックとしたが、酸化アルミニウムセラミックまたはシリコン基板

などでも代替し得る。また、パッケージ405の材質も本発明の実施例ではセラミックとしたが、パッケージの熱膨張を十分考慮にいれて設計すれば、コバルト合金、銅タングステン合金等も代替できる。さらに、本発明の実施例では光ファイバ401のパッケージ405から外部への取り出しが口での固定を半田408にて行っているが、この部分の固定については、レーザ溶接等の他の周知の方法による固定でもよいことは言うまでもない。

(発明の効果)

以上説明したように、本発明によれば、個別レンズを使わない半導体レーザと光ファイバとの直接の光結合において、半導体レーザの厚さと光ファイバの径を適切に整合し、半導体レーザを固定したヒートシンクの同一平面に対し、半導体レーザとの光結合に最も適切な位置にて光ファイバを紫外線硬化型接着剤で固定することにより、超小型にして光結合効率が高く、高い歩留まりで生産が可能な光ファイバ付き半導体レーザ光源装置が提供される。

半導体レーザおよび光ファイバを固定するヒートシンクは非常に小型化が可能であり、温度制御を行う場合のベルチエ素子も従来にない小型化が達成されると同時に、本発明によれば高い光結合が再現性よく実現できるので、半導体レーザの電力消費を抑え、小型のベルチエ素子でも温度制御が可能となる。将来の波長多重光通信、コヒーレント光通信では、波長安定化のため半導体レーザの温度制御が必須であるが、本発明による温度制御性に優れた超小型の光ファイバ付き半導体レーザ光源装置は、これらの通信方式の普及を可能とするものである。

さらに、高光結合で温度制御が可能であるから、共振器長を短くした超低閾値電流の半導体レーザを搭載した低消費電力光源を実現できる。これは各家庭に光ファイバ通信を普及するうえで、有力な光源である。また、短共振器半導体レーザは、それ自体の消費電力が小さくなるだけではなく、レーザ駆動用の電気回路の消費電力も同時に減少し、かつ高周波動作を可能とする。従って、本発明に

より光源には従来実現が不可能であった性能を持たせることができ、各種光通信用光源はもとより、その応用分野に及ぼす効果は大きい。

4. 図面の簡単な説明

第1図(A), (B)は本発明による光ファイバ付き半導体レーザ光源装置の一実施例のそれぞれ断面図および平面図、第1図(C)はヒートシンク上の半導体レーザと単一モード先球光ファイバと接着剤の断面を拡大して描いた概念図。

第2図は個別レンズを用いた従来の技術の光ファイバ付き半導体レーザ光源装置の断面図。

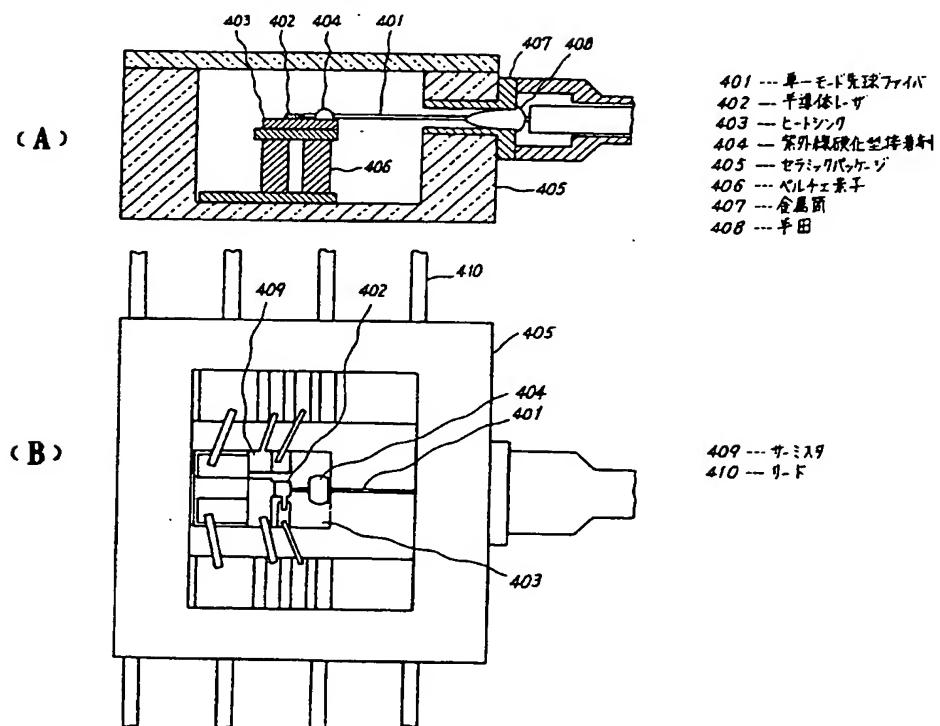
第3図は参考文献による単一モード先球ファイバと半導体レーザとの光結合特性の測定結果例を示し、第3図(A)は最大結合効率と先球半径の関係を示す図、第3図(B)は光ファイバの位置結合効率の関係(X方向)を示す図、第3図(C)は光ファイバの位置と結合効率の関係(Z方向)を示す図。

第4図は従来の技術により先球ファイバと半導体レーザを直接光結合した光ファイバ付き半導体

レーザ光源装置の断面図である。

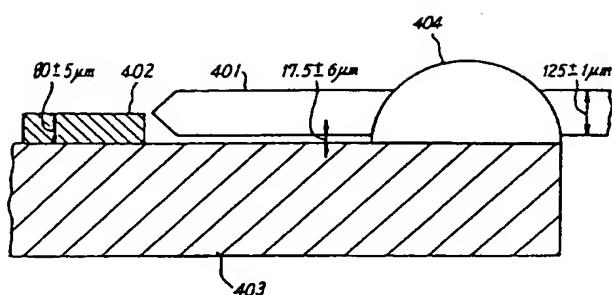
- 101, 301, 402 … 半導体レーザ
- 102 … パッケージ
- 103 … 先球GRINロッドレンズ
- 104 … 単一モード光ファイバ
- 105 … レンズホルダ 106 … フェルール
- 107 … 接合部材
- 108, 109, 110 … レーザ溶接部
- 302, 401 … 単一モード先球光ファイバ
- 303 … ホトダイオード 304, 408 … 半田
- 305, 403 … ヒートシンク
- 306 … 金属部材 307 … パッケージ
- 308, 409 … サーミスタ
- 309, 406 … ベルチエ素子
- 404 … 紫外線硬化型接着剤
- 405 … セラミックパッケージ
- 407 … 金属筒

第1図

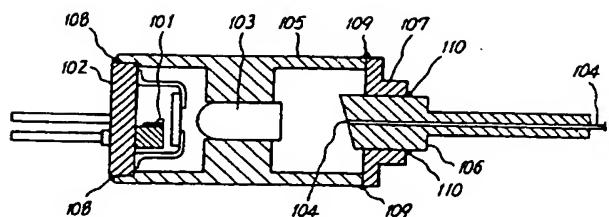


第1図

(C)

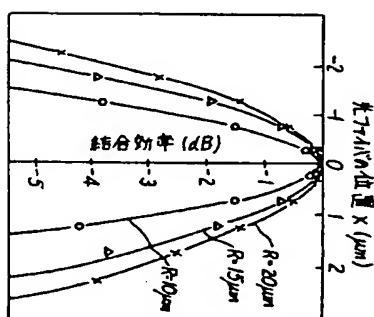


第2図

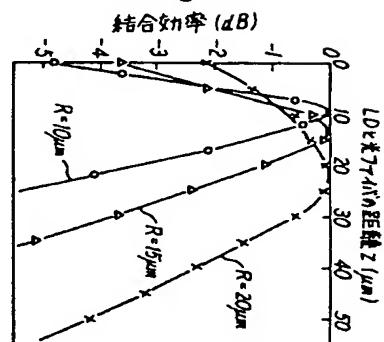


- 101 - 半導体レーザ
- 102 - パッケージ
- 103 - 先端GRINレンズ
- 104 - 単一モード光ファイバ
- 105 - レンズホルダー
- 106 - フェルール
- 107 - 結合部材
- 108 - レーザ接合部
- 109, 110 - 結合部

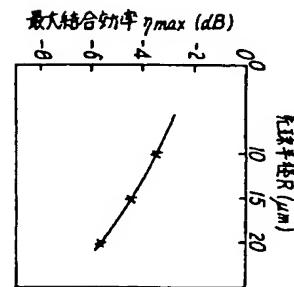
(C)



(B)

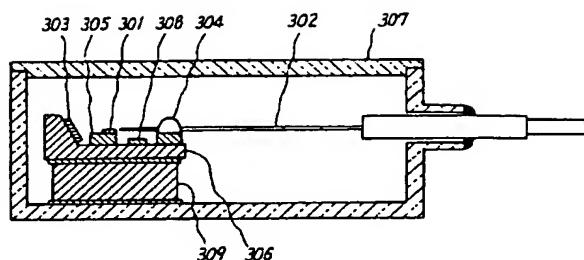


(A)



第3図

第4図



301 — 半導体レーザ
302 — 単一モード光球ファイバ
303 — ホトダイオード
304 — 手筒
305 — ヒートシンク
306 — 金属部材
307 — パッケージ
308 — サミスラ
309 — ベルキエ素子